

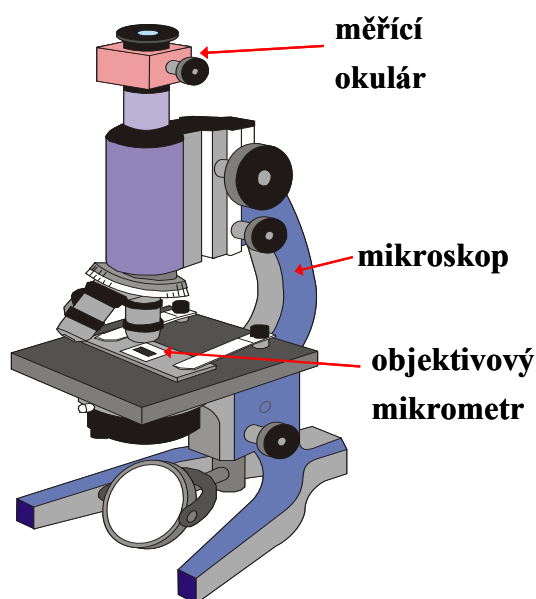
DIFRAKCE SVĚTLA NA MŘÍŽCE

ZADÁNÍ ÚLOHY

1. Určete mřížkovou konstantu vzorků difrakčních mřížek pomocí mikroskopu s měřícím okulárem.
2. Určete mřížkovou konstantu vzorků difrakčních mřížek na základě difrakce světla na mřížce.
3. Určete vlnovou délku světla laseru pomocí difrakce světla na mřížce se známou mřížkovou konstantou.

1. URČENÍ MŘÍŽKOVÉ KONSTANTY POMOCÍ MIKROSKOPU S MĚŘÍCÍM OKULÁREM

Při měření pomocí **měřícího okuláru** je nejprve třeba kalibrovat měřící okulár, tj. zjistit tzv. **mikrometrickou hodnotu**, která je charakteristická pro daný objektiv a délku mikroskopového tubusu (pro délku tubusu 170 mm tato konstanta udává zvětšení mikroskopového objektivu). To provedeme pomocí tzv. **objektivového mikrometru**. Objektivový mikrometr je velmi přesně vyrobená stupnice nanesená na skleněné destičce.



Obr. 1 – Mikroskop s měřícím okulárem a objektivovým mikrometrem

Umístíme objektivový mikrometr (stupnice na vrchní straně) na podložní stolek mikroskopu a zaostříme. Pomocí mikrometrického šroubu měřícího okuláru provedeme měření mikrometrické hodnoty (zvětšení objektivu mikroskopu), a to tak, že:

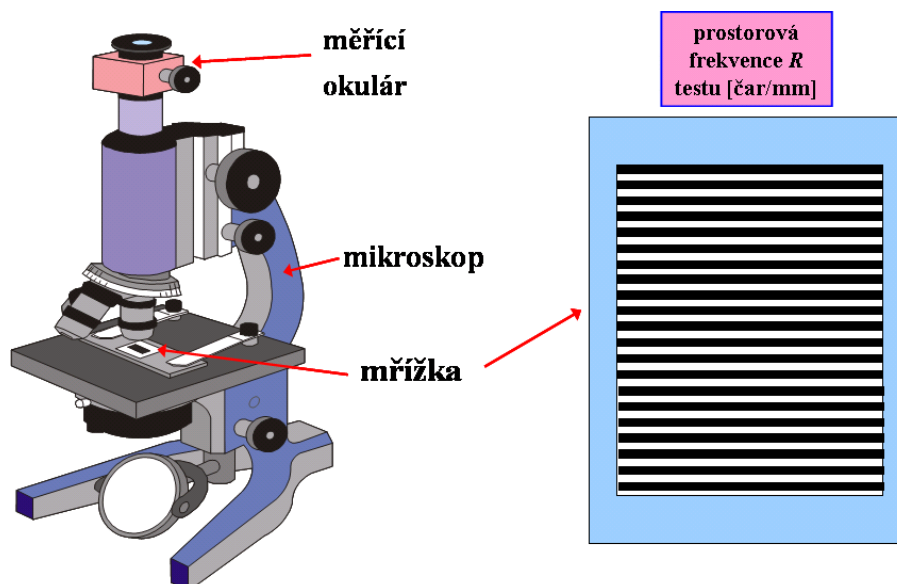
- nastavíme rysku měřícího okuláru rovnoběžně s dílkou stupnice objektivového mikrometru;
- zjistíme, kolik dílků na mikrometrickém šroubu měřícího okuláru odpovídá určité vzdálenosti na stupnici objektivového mikrometru;
- z poměru těchto dvou veličin určíme zvětšení objektivu mikroskopu.

Po kalibraci stupnice měřícího okuláru (zjištění zvětšení objektivu) můžeme přistoupit k měření mřížkové konstanty difrakční mřížky.

Umístíme difrakční mřížku na stolek mikroskopu a pomocí měřícího okuláru provedeme měření mřížkové konstanty. Rysku měřícího okuláru orientujeme rovnoběžně s rastrovou strukturou mřížky, rysku nastavíme na kraj jedné z čar mřížky a odečteme hodnotu na mikrometrickém šroubu měřícího okuláru. Otáčením

mikrometrického šroubu měřicího okuláru posuneme rysku o jednu čáru dále a odečteme hodnotu na stupnici mikrometrického šroubu. Na základě rozdílu čtení (nebo metodou postupných měření) a znalosti zvětšení (kalibrační konstanta – mikrometrická hodnota) určíme mřížkovou konstantu difrakční mřížky.

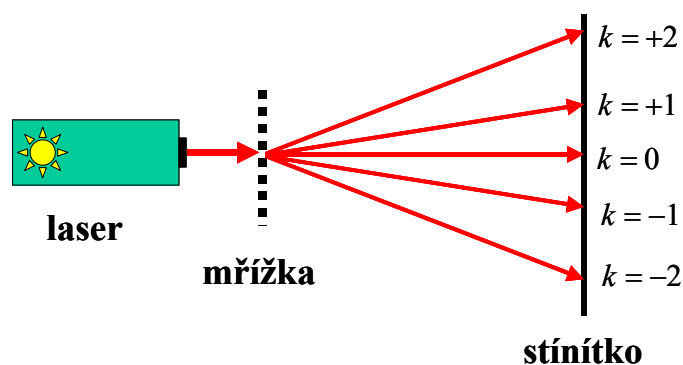
Měření provedeme pro všechny vzorky difrakčních mřížek.



Obr. 2 – Měření mřížkové konstanty pomocí měřicího okuláru mikroskopu

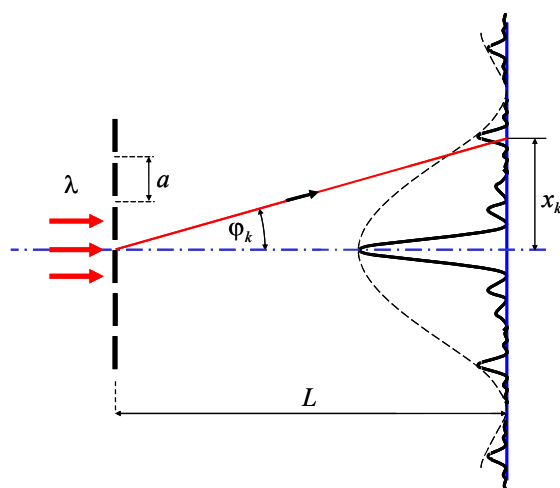
2. URČENÍ MŘÍŽKOVÉ KONSTANTY NA ZÁKLADĚ DIFRAKCE SVĚTLA NA MŘÍŽCE

Pomocí zdroje monochromatického záření o známé vlnové délce (laserové ukazovátko o vlnové délce λ) proveďte měření mřížkové konstanty difrakční mřížky.



Obr. 3 – Difrakce na mřížce

Upněte zdroj záření a difrakční mřížku do držáku. Držák umístěte do vzdálenosti 1 až 2 m kolmo od stěny. Na stěnu upevněte papír formátu A3. Stiskem tlačítka na laserovém ukazovátku zapněte zdroj záření a na papíru na stěně si označte tužkou středy maxim jednotlivých difrakčních řádů. Měření proveďte pro všechny tři difrakční mřížky.



Obr. 4 – Difrakce světla vlnové délky λ na mřížce mřížkové konstanty a ve vzdálenosti L , kdy k -tému difrakčnímu maximu odpovídá příčná poloha x_k a úhel φ_k

Pravítkem změřte vzdálenosti x_k středů maxim difrakčních řádů a proveďte výpočet mřížkové konstanty a ze vzorce:

$$a \sin \varphi_k = a \frac{x_k}{\sqrt{x_k^2 + L^2}} = k\lambda, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

kde k – je difrakční řád, φ_k – je úhel který svírá maximum k -tého difrakčního řádu od nultého difrakčního řádu, L – je vzdálenost mřížky od stěny a λ – je vlnová délka světla.

Porovnejte získané výsledky s výsledky získanými měřením pomocí mikroskopu s měřícím okulárem.

3. URČENÍ VLNOVÉ DÉLKY LASERU NA ZÁKLADĚ DIFRAKCE NA MŘÍŽCE

Na základě znalosti změřené mřížkové konstanty difrakční mřížky proveďte měření neznámé vlnové délky laserového zářiče (zelené a červené laserové ukazovátko). Postupujte obdobným způsobem jako v kroku 2 a z výše uvedeného vztahu vypočtete vlnovou délku laseru.

UPOZORNĚNÍ

S LASEREM MANIPULUJTE ZÁSADNĚ TAK, ABY NEMOHLO DOJÍT KE ZRANĚNÍ ZRAKU, TJ. NESMÍ DOJÍT K PŘÍMÉMU POHLEDU DO PAPRSKU NEBO DO PAPRSKU ODRAŽENÉHO ZRCADLOVÝM ODRAZEM.

PŘI PRÁCI SE ZDROJÍ LASEROVÉHO ZÁŘENÍ DBEJTE POKYNŮ VYUČUJÍCÍHO, ZDROJ LASEROVÉHO ZÁŘENÍ SPOUŠTĚJTE JEN PO SOUHLASU VYUČUJÍCÍHO.

POŽADOVANÉ KROKY POSTUPU A VÝSTUPY

Všechny výpočty provádějte v prostředí MATLAB. Výsledné nejistoty uvádějte pro 95% interval spolehlivosti.

1. Proveďte kalibraci měřicího okuláru, tj. zjištění mikrometrické hodnoty pro daný objektiv a použitou délku tubusu mikroskopu. Proveďte měření pro objektivy 20x a 45x a vyhodnocení proveďte metodou postupných měření společně s odhadem nejistot.
2. Metodou postupných měření určete mřížkovou konstantu pro 3 vzorky difrakčních mřížek s použitím objektivů 20x a 45x. Vhodným způsobem poté odhadněte výsledné skutečné hodnoty mřížkových konstant společně s nejistotami (např. váženým průměrem a odhadem jeho nejistoty).
3. Měření mřížkové konstanty pro 3 vzorky difrakčních mřížek pomocí difrakce světla o známé vlnové délce (zelené ukazovátko, $\lambda = 532 \text{ nm}$) – umístěte mřížku ve vzdálenosti 1 až 2 m od stěny, odečítejte první 3 difrakční řády (pokud jsou viditelné). Vhodným způsobem odhadněte skutečnou hodnotu mřížkových konstant společně s nejistotami.
4. Porovnejte hodnoty mřížkových konstant určených v bodě 2 a 3.
5. Určete vlnovou délku 2 neznámých zdrojů laserového záření (červené a zelené ukazovátko) s použitím hodnot mřížkových konstant změřených v bodě 2 pro jednotlivé difrakční mřížky. Postupujte analogicky k bodu 3 (pro zelené ukazovátko lze měření převzít). Vhodným způsobem odhadněte skutečné hodnoty vlnových délek společně s nejistotami.

POMŮCKY

mikroskop, měřicí okulár, objektivový mikrometr, 3x difrakční mřížka (s různou mřížkovou konstantou), 1x laserové ukazovátko o známé vlnové délce, 2x laserové ukazovátko o neznámé vlnové délce, držák na laserové ukazovátko a difrakční mřížka, délkové měřítko, papír A3, pravítko